

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

ROVANIEMEN TUTKIMUSASEMAN
TIEDONANTOJA 7



ERKKI LÄHDE

MÄNNYNTAIMISTOJEN KUNTO JA MAAN LAJITEKOOSTUMUS
POHJOIS-SUOMESSA

ROVANIEMI 1974

ALKUSANAT

Tämä tutkimus liittyy osana Pohjois-Suomen männyn taimien elinympäristötutkimukseen. Työ on tehty suureksi osaksi Veitsiluoto Osakeyhtiön Rovaniemen tutkimusasemalle v. 1971 myöntämän lahjoituksen turvin, josta esitän tutkimusaseman puolesta parhaat kiitokset. Metsähallitukselle v. 1973 laadittu "Ohjekirje kangasmetsien maan käsittelystä" perustuu osaksi tämän tutkimuksen tuloksiin.

Tutkimuksen aineiston keräyksestä ovat huolehtineet mm. metsänhoitaja Seppo SILTANEN ja metsätekniikko Tapani POHJOLA. Myös useat muut tutkimusaseman työntekijät ovat avustaneet tutkimuksen toteuttamisessa. Arvokasta apua olen lisäksi saanut Metsähallituksen Perä-Pohjolan piirikunnan hoitoalueilta tutkimusaineiston keruuvaiheessa. Aineiston ATK-laskennasta on vastannut LuK Ahti NIINIMAA.

Kaikille edellä mainituille ja muille työn edistymiseen myönteisesti vaikuttaneille henkilöille esitän parhaat kiitokseni.

Rovaniemellä elokuussa 1974

Erkki Lähde

1. JOHDANTO

Maan lajitekoostumus ja rakenne vaikuttavat sekä maan fysikaalisiin että kemiallisiin ominaisuuksiin ja siten myös maamikrobien toimintaan. Niinpä kasvupaikkaluokituksessa on tärkeä merkitys maan rakenteen ohella lajitekoostumuksen tuntemisella (HAIG 1929, COILE 1952, MADER & OWEN 1961, HOLSTENER-JØRGENSEN 1967). Erilaisissa ilmasto-oloissa samanrakenteinen ja saman lajitekoostumuksen omaava maa on esim. metsäpuitten kasvualustana hyvinkin erilainen. Esim. Suomessa ilmasto muuttuu lounaasta koilliseen mentäessä yhä humidimmaksi (AALTONEN 1933). Poikkeuksena on Saariselän pohjoispuolinen alue, jossa ilmaston humidisuus pienenee jonkin verran pohjoiseen päin.

Ilmaston kylmyys ja runsas humidisuus Pohjois-Suomessa aiheuttaa sen, että runsaasti hienoja lajitteita sisältävä ja siten vettä huonosti läpäisevä maa on liian veden vuoksi vähähappinen (LÄHDE 1973). Samoin on asianlaita suurin piirtein samanlaisissa suurilmasto-oloissa Neuvostoliiton luoteisosissa, jossa on laajoja vedenvai-vaamia metsäalueita ja siksi vajaatuottoisia (VERETENNIKOV 1964).

Humidisen ilmaston alueella, kuten Pohjois-Suomessa, sellaisella paikalla, jossa maa on topografialtaan suhteellisen tasaista ja runsaasti hienoja lajitteita sisältävää, on seurauksena, että kertyvä vesi ei kulkeudu pois alueelta ja maa hitaasti hajoavan ja siten paksunevan humuskerroksen myötä soistuu. Leningradin alueella hienojakoisilla mailla KOPOSOVIN (1970) mukaan maan pinnan kaltevuuden pienentyminen alle 1:1000 heikentää hyvin voimakkaasti sadevesien sivuvirtausta maassa ja aiheuttaa soistumista. Sen sijaan kaltevuuden noustessa yli 1:300 estyy soistuminen täysin. Humidisen ilmaston olosuhteissa pohjavesi maassa nousee avohakkuun seurauksena (AALTONEN 1948, PJATETSKI 1959, HOLSTENER-JØRGENSEN 1961). Jos avohakkuun jälkeen metsän uudistaminen saadaan onnistumaan tyydyttävästi, lakkaa soistumisprosessi MT-kuusikossa 25-28 vuodessa, mutta paksusammaltyyppiä vastaavalla kasvupaikalla vasta 65-70 vuoden kuluttua (PJATETSKI 1959).

Lievästi kaltevalla ja hienojakoisella maalla kasvillisuus edelleen edistää avohakkuun jälkeen soistumisprosessia, josta merkkinä on paksu, huonosti ilmaa läpäisevä karhunsammalkasvillisuus. Vanhoissa, puuntuotannollisesti yli-ikäisissä kuusikoissa, jotka yleensä ovat edellä kuvatuilla kasvupaikoilla, puuston elinvoimaisuuden ja sitä

myötä haihtumisen heikentyessä olosuhteet maassa muuttuvat havupuiden juurten toiminnan kannalta yhä epäedullisemmiksi.

Karkearakeisilla, vettä hyvin läpäisevillä hiekkakankailla, missä mäntymetsät ovat vallitsevia, maa ei ole humidisessakaan ilmastossa liian veden ja hapen puutteen vaivaamaa. Puiden juuret eivät myöskään kärsi kuivuudesta, kuten vastaavilla mailla on vaara vähemmän humidisessa ilmastossa. Karkeasti ottaen voidaan todeta, että hienorakeiset maat ovat Etelä-Suomen ilmasto-oloissa luonnontilaisina suhteellisesti huomattavasti edullisempia kasvupaikkoja kuin Pohjois-Suomessa ja toisaalta karkearakeiset maat ovat Pohjois-Suomessa suhteellisesti edullisempia kasvupaikkoja kuin Etelä-Suomessa. Tärkeä kysymys on se, miten voimakkaasti erilaisilla maan kuivatus- ja käsittelytoimenpiteillä voidaan parantaa puiden kasvuedellytyksiä Pohjois-Suomen hienorakeisilla metsämailla. Joka tapauksessa on välttämätöntä korjata humidisesta ilmastosta ja maan hienojakoisuudesta aiheutuvia haitallisia fysikaalisia ominaisuuksia, jos halutaan nostaa ko. kasvupaikkojen puuntuottokykyä. Korjauksia pyritään aikaan saamaan maan eriasteisella muokkauksella, vaotuksella ja jopa ojituksella johtamalla kertynyt liika vesi pois.

Luonto jo itse osoittaa metsänuudistajalle, mihin tulee muokkauksessa edellä kuvatunlaisilla fysikaalisilta ominaisuuksiltaan epäedullisilla mailla pyrkiä. Luontaisesti syntyneissä mäntytaimistoissa taimet viihtyvät parhaiten kohoutumilla (LYFORD & MAC LEAN 1966, EICHRODT 1969). Näin on myös todettu lukuisissa viljelykokeissa (SEROV 1952, KOSTSEJEV & LAVROV 1953, PREOBRAŠENSKI 1955, STRATONOVITŠ 1958, 1966, PROVOROVA 1964, ARMSON 1958, WILDE & VOIGT 1959, MAC ARTHUR 1964, MAC LEOD 1964, KULIKOV 1965, SUVOROV 1969, VARFOLOMEJEV et al 1969, BEZDENEŽENYH 1970, KURAJEV & SESTAKOVA 1970, POHTILA 1970).

LÄHTEEN ja SILTASEN (1973) tutkimus osoittaa, että maan hienimpien, vettä huonosti läpäisevien lajitteiden osuus oli selvästi suurempi yli metrin pituisten kuolleiden männyn taimien kuin vielä elossa olleiden taimien kasvupaikoilla Pohjois-Suomessa.

Tärkeätä olisi käytännön metsätalouden kannalta tietää erilaisilla kasvupaikoilla raja-arvot, jotka määräävät käytännön maankäsittelytoimenpiteet, jotta ei käytettäisi tarpeettoman voimakkaita maankäsittelyjä paikoissa, joissa olosuhteet eivät niitä vaadi ja toisaalta ei tehtäisi esim. männynviljelyä laikkuihin kasvupaikoilla, joissa

seurauksena on taimien väistämätön kuoleminen jonkin ajan kuluessa viljelystä.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on osaltaan valaista em. kysymystä. Tutkimuksessa selvitetään yhden tärkeän perustekijän, maan lajitekoostumuksen, ja toisaalta männyn taimiston kunnan välistä riippuvuutta vertaamalla hienoimpien lajitteiden osuutta maan lajitekoostumuksesta erikokoisissa, syntyvaltaan ja kunnoltaan erilaisissa taimistoissa Pohjois-Suomessa.

2. TUTKIMUSAINEISTO JA SEN LUOKITTELU

Tutkimusaineisto kerättiin vuosien 1971 ja 1972 aikana. Taimistojen valinnassa käytettiin täydentäen hyväksi aikaisempia tutkimuksia (ETHOLÉN 1972, LÄHDE & SILTANEN 1973) varten hankittuja aineistoja ja tietoja. Koska tarkoituksena oli vertailla eri tavoin, viljellen ja luontaisesti, syntyneiden erikokoisten taimistojen kuntoa ja maan lajitekoostumusta, jouduttiin aineistoon hyväksyttävälle taimistoille asettamaan eräitä ehtoja. Ensinnäkin pyrittiin löytämään kuhunkin syntytapaluokkaan (luontainen, kylvö ja istutus) suurin piirtein yhtä monta taimistoa sen keskipituuden mukaan ryhmiteltynä. Pituusluokiksi valittiin seuraavat: <50, 51-70, 71-100, 101-200 ja >200 cm.

Kunnoltaan taimistot luokiteltiin hyväkuntoisiin, huonokuntoisiin ja tuhoutuneisiin. Kuhunkin kuntoluokkaan pyrittiin myös löytämään aineistoa kerättäessä suurin piirtein yhtä monta taimistoa. Siinä ei onnistuttu tyydyttävästi, koska mm. tuhoutuneita luontaisesti syntyneitä taimistoja ei etsiskelyistä huolimatta löydetty. Lisäksi pyrittiin löytämään koetaimistoja suhteellisen tasaisesti eri puolilta tutkimusaluetta, joksi rajattiin Lapin läänin 66°:n ja 68°:n leveyspiirien välinen alue. Koetaimistot ryhmiteltiin ensin silmävaraisesti edellä esitettyyn kolmeen kuntoluokkaan. Luokituksen tarkistus tehtiin siten, että taimistoon perustettiin koeala, josta mitattiin taimien pituus ja kunto, selvitettiin synty tapa ja otettiin maanäytteet.

Koealan paikan valinnassa meneteltiin pienissä, vain muutaman hehtaarin suuruisissa taimistoissa siten, että koealan keskipiste sijoitettiin silmävaraisesti arvioituun taimiston keskipisteeseen. Suurialaisissa taimistoissa edettiin taimiston reunasta tulosuunnassa

n. 100m taimiston keskustan suuntaan, johon koealan keskipiste sijoitettiin. Paalulla merkitystä keskipisteestä mitattiin askelin päällimansuuntiin 10, 20 ja 30 m:n etäisyydet. Näitä pisteitä lähinnä olevat taimet otettiin tarkemmin tutkittaviksi, jolloin kultakin koealalta mitattiin yhteensä 12 tainta. Kylvötaimista tutkittiin kylvötuppaan valtataimi. Mittausten perusteella tarkistettiin taimiston luokitusta. Taimien epätasaista pituusluokkajakautumaa pyrittiin tasaamaan harventamalla luokkaväliä suurimpien taimien kohdalla. Hyväkuntoiseksi hyväksyttiin taimisto, josta mitatuista taimista vähintään 10 oli hyväkuntoisia ja tuhoutuneiksi, jos vähintään 3 tainta oli kuollut ja vähemmän kuin puolet taimista oli hyväkuntoisia. Siirtoja jouduttiin tekemään vain muutamassa tapauksessa huonokuntoisten ja hyväkuntoisten välillä. Taimen pituus mitattiin vain vuoden 1971 kasvu mukaanlukien.

Yhteensä koetaimistoja kertyi 95 kpl, joiden jakaantuminen eri luokkiin nähdään taulukosta 1.

Maanäytteet lajitekoostumuksen määrittystä varten otettiin koealalta viidestä pisteestä eli keskipisteestä sekä päällimansuunnista 20 m:n etäisyydeltä keskipisteestä kivennäismaasta 0-10 ja 10-20 cm:n kerroksista. Näytteen koko oli n. 2/3 litraa. Näytteistä määritettiin Viljavuuspalvelu Oy:ssä lajitekoostumus ELOSEN (1971) kehittämällä sedimentaatiomenetelmällä. Aineiston laskennassa eriteltiin ne taimet, joiden kohdalla maanäytteet otettiin. Näin voitiin laskea taimikohdaisesti kasvupaikan maan hienojen lajitteiden määrä ja tehdä vertailut erilaisten taimien välillä. Varianssianalyysin laskemista varten prosenttiluvut muutettiin arc. sin-luvuiksi.

Tutkimusta suunniteltaessa oli tarkoitus selvittää myös viljelytaimistojen viljelymateriaalin alkuperä, mutta siitä jouduttiin luopumaan, koska riittävän tarkkojen ja luotettavien tietojen saaminen käytetyn siemenen alkuperästä osoittautui useimpien taimistojen kohdalla mahdottomaksi. Useimmissa, ilmeisesti lähes kaikissa tapauksissa käytetyn materiaalin alkuperä oli viljelypaikkakuntaa eteläisempää. Viljelytaimistojen syntytyyppien ja ajankohdan tarkassa luokituksessa oli myös melkoisia vaikeuksia, koska varsinkin tuhoutuneiksi luokitelluissa taimistoissa oli tehty useita kertoja täydennyskylvöjä ja -istutuksia tai viljely oli epäonnistumisen jälkeen jopa useita kertoja kokonaan uusittu. Täydennykset tai uusinnat eivät olleet yleensä korjanneet epäonnistumisia.

3. TUTKIMUKSEN TULOKSET

Hiedan ja sitä hienompien (< 0.2 mm) lajitteiden osuus maan lajitekoostumuksesta vaihteli koealoilla 17:sta aina 99 %:iin asti. Lukuunottamatta taimistoja, joiden pituusluokka oli 51-70 cm, oli luontaisesti syntyneissä taimistoissa hienojen lajitteiden osuus kivennäismaan 10 cm:n paksuisessa pintakerroksessa yleensä pienempi kuin kylvö- ja istutustaimistoissa (taulukko 2). Hienon hiedan ja sitä hienompien sekä hiesun ja sitä hienompien lajitteiden osuus maan lajitekoostumuksesta oli kuitenkin pituusluokan 51-70 cm luontaisesti syntyneissä taimistoissa selvästi pienempi kuin viljelytaimistoissa.

Kaikki taimistot mukaan lukien ero luontaisesti syntyneiden ja viljelytaimistojen maan hienojen lajitteiden osuudessa oli merkitsevä. Mitä hienempiin lajiteryhmiin mentiin sitä merkitsevempi ero oli ko. taimistojen välillä. Eri pituusluokkien osalta erot muodostuivat merkitseviksi syntyvaltaan erilaisissa taimistoissa vain pituusluokassa 1-2 m hienon hiedan ja sitä hienompien sekä hiesun ja sitä hienompien lajitteiden osuuksissa. Erot olivat suuret myös yli 2 m:n pituisissa taimistoissa, mutta aineiston pienuudesta ja viljelytaimistojen suuresta hajonnasta johtuen ne eivät olleet merkitseviä.

Tulokset olivat hyvin samanlaisia myös 10-20 cm:n syvyydeltä otetuissa näytteissä (taulukko 3). Kerrosten väliset erot olivat hyvin pieniä, mutta lähes kaikissa tapauksissa 10-20 cm:n kerroksessa hienojen lajitteiden osuus oli hieman pienempi kuin 0-10 cm:n kerroksessa.

Taimistojen ryhmittely kuntoluokkiin osoitti, että alle 70 cm:n pituisissa taimistoissa erot eivät olleet kunnoltaan erilaisten taimistojen välillä merkitseviä, mutta kuitenkin yleissuunta kaikissa lajiteryhmissä ja kummassakin syvyyskerroksessa oli sama (taulukot 2 ja 3). Paria poikkeusta lukuunottamatta hyväkuntoisten taimistojen maan hienojen lajitteiden osuus oli pienempi kuin huonokuntoisissa tai jo tuhoutuneissa taimistoissa. Poikkeuksia esiintyi vain alle 50 cm:n pituisissa taimistoissa hyväkuntoisten ja huonokuntoisten taimistojen välillä.

Erot eivät kuitenkaan olleet alle 70 cm:n taimistoissa missään tapauksessa merkitseviä. Sen sijaan 71-100 cm:n pituusluokassa, erot olivat jo lähes merkitseviä (riski 10 %) ja mitä pitempiin taimistoihin ja mitä hienempiin lajiteryhmiin mentiin, sitä selvemmin erot

olivat merkitseviä kunnoltaan erilaisissa taimistoissa. Pituusluokassa 101-200 cm erot olivat merkitseviä hyväkuntoisten ja tuhoutuneiden sekä huonokuntoisten ja tuhoutuneiden taimistojen välillä, mutta yli 2 m:n pituusluokassa erot olivat merkitseviä hienoimmista lajiteryhmissä myös hyväkuntoisten ja huonokuntoisten välillä. Koko aineistossa hiesun ja sitä hienomprien lajitteiden osuus oli huonokuntoisissakin taimistoissa merkitsevästi pienempi kuin tuhoutuneissa. Kummassakin tutkitussa kerroksessa taimistojen väliset erot olivat samansuuntaisia ja samansuuruisia.

Koska kunnoltaan ja syntyavaltaan erilaisissa taimistoissa oli maan hienojen lajitteiden määrässä eroa vain pisimmissä taimistoissa, ryhmiteltiin aineisto siten, että yhdistettiin kolme suurinta pituusluokkaa 71-100, 101-200 ja <200 cm ja ryhmiteltiin ne syntyävän mukaan kuntoluokkiin. Näin meneteltiin sekä taimisto- että taimikoh- taisesti aineistoa käsiteltäessä. Yli 70 cm:n pituisten taimistojen aineistoon kertyi 50 taimistoa. Taulukosta 4 nähdään, että istutus- taimistot olivat onnistuneet vain niin karkeilla mailla kuin luon- nontaimistot esiintyivät. Kylvötaimistot sen sijaan olivat menesty- neet enemmän hienoja lajitteita sisältäneillä mailla kuin missä luonnontaimistot yleensä esiintyivät ja ero istutustaimistoihin nähden oli erittäin suuri. Istutustaimistot ovat tuhoutuneet siten huomattavasti karkeammilla mailla kuin kylvötaimistot.

Kuten jo aikaisemmin todettiin luontaisesti syntyneitä tuhoutuneita taimistoja ei löydetty. Huonokuntoisten ja hyväkuntoisten luon- taisesti syntyneiden taimistojen maan hienojen lajitteiden määrässä ei ollut olennaista eroa (taulukko 4). Sen sijaan kylvötaimistoissa ero oli merkitsevä hienoa hietaa sekä hienompia lajitteita sisältä- vissä ryhmissä tuhoutuneiden ja parempikuntoisten taimistojen välil- lä. Ero hiesun ja sitä hienomprien lajiteryhmiä välillä oli lähes merkitsevä.

Istutustaimistoissa erot olivat merkitseviä hyväkuntoisten ja tuhoutuneiden taimistojen välillä karkeata hietaa ja sitä hienomprien sekä hienoa hietaa ja sitä hienomprien lajiteryhmiä välillä. Ero oli myös varsin suuri hiesua ja sitä hienomprien lajiteryhmiä välil- lä, mutta ei noussut aineiston pienuudesta johtuen kuitenkaan merkit- seväksi.

Tuhoutuneissa yli 70 cm:n pituisissa istutustaimistoissa n. 2/3 maan lajitekoostumuksesta oli hietaa tai sitä hienompaa lajitetta, kun hyväkuntoisissa sitä oli vain vajaa 1/3. Hienoa hietaa sekä

hiesua ja sitä hienompia lajitteita oli tuhoutuneissa taimistoissa noin kolme kertaa enemmän kuin hyväkuntoisissa taimistoissa. Huonokuntoisten taimistojen lajitejakaantumukset asettuivat tuhoutuneiden ja hyväkuntoisten puolivälille.

Kylvötaimistoissa erot eivät olleet aivan yhtä suuria, koska hyväkuntoisissa kylvötaimistoissa oli hienoja lajitteita suurin piirtein kaksinkertaisesti istutustaimistoihin verrattuna ja tuhoutuneissakin taimistoissa keskimäärin 10 prosenttiyksikköä enemmän. Huonokuntoisten kylvö- ja istutustaimistojen välillä ei ollut eroja. Luontaisesti syntyneissä taimistoissa oli kaikissa kuntoluokissa (sekä huono- että hyväkuntoisissa) selvästi hienoja lajitteita vähemmän kuin kylvötaimistoissa, mutta erityisesti hiedan ja sitä hienompien lajitteiden osalta enemmän kuin istutustaimistoissa. Taimikohtaisesti laskettu aineisto jaettiin kahteen ryhmään taimien pituuden mukaan, eli alle ja yli 70 cm:n pituisiin (taulukot 5 ja 6). Lisäksi laskettiin erikseen hiekan, hiedan, karkean hiedan ja hienon hiedan osuudet. Sekä alle että yli 70 cm:n pituisten, eri tavalla syntyneiden taimien kasvupaikalla oli merkitseviä eroja hienojen lajitteiden määrissä. Luontaisten taimien kasvupaikalla hienoja lajitteita oli merkitsevästi vähemmän kuin kylvö- tai istutustaimien kasvupaikalla. Kylvötaimien ja istutustaimien välillä oli eroa siten, että kylvötaimien kasvupaikalla oli enemmän hietaa ja sitä hienompia lajitteita, mutta vähemmän hiesua ja sitä hienompia lajitteita. Ero johtui siitä, että kylvötaimien kasvupaikalla oli runsaasti hietaa, jopa yli puolet maan lajitekoostumuksesta. Kylvöt on siten tehty useammin lajittuneelle hietamaalle kuin istutukset tai luontainen uudistaminen. Vastaavasti oli hiekkaa selvästi eniten luontaisesti syntyneiden taimien kasvupaikalla kuin kylvö- ja istutustaimien kasvupaikalla.

Keskimäärin ottaen yli 70 cm:n pituisten taimien kasvupaikalla oli jonkin verran vähemmän hienoja lajitteita kuin alle 70 cm:n, mikä osoittanee, että hintasuhteista ja metsien sijainnista johtuen on hakkuissa vähitellen siirrytty puhtaista männiköistä sekametsien kautta puhtaisiin kuusikoihin. Siirtyminen on merkinnyt samalla uudistusalojen maan muuttumista yhä hienolajitteisemmaksi eli lähemmäs tyypillisiä kuusimaita.

Alle 70 cm:n pituisten kunnoltaan erilaisten taimien kasvupaikalla ei ollut hienojen lajitteiden määrissä merkitseviä eroja (taulukko 5). Hiesun ja sitä hienompien lajitteiden osalta ero oli lähes

merkitsevä siten, että tuhoutuneiden taimien kasvupaikalla oli enemmän hienoja lajitteita kuin parempikuntoisten taimien. Ero oli samansuuntainen myös hiedan ja sitä hienompien sekä hienon hiedan ja sitä hienompien lajitteiden osalta.

Yli 70 cm:n pituisten taimien kohdalla kasvupaikan erot tulivat selvästi näkyviin. Erot olivat erittäin merkitseviä tuhoutuneiden ja parempikuntoisten taimien välillä. Hyväkuntoisten taimien kasvupaikalla hienojen lajitteiden vähäinen määrä näkyy selvästi myös siinä, että niissä on eniten hiekkaa ja vähiten hienoa hietaa ja hiesua. Hyväkuntoisten taimien kasvupaikalla hietaa sekä hiesua ja sitä hienompia lajitteita on 60 % vähemmän kuin tuhoutuneiden taimien kasvupaikalla.

4. YHTEENVETO

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää maan lajitekoostumuksen ja männyn taimiston kunnan välistä riippuvuutta vertaamalla hienompien lajitteiden osuutta maan lajitekoostumuksesta erikokoisissa, syntyavaltaan ja kunnoltaan erilaisissa taimistoissa Pohjois-Suomessa.

Tutkimusaineisto kerättiin Pohjois-Suomesta eri puolilta 66^o:n ja 68^o:n leveyspiirien välistä aluetta. Aineisto sisälsi yhteensä 95 taimistoa. Ne ryhmiteltiin keskipituuden mukaan viiteen luokkaan: <50 cm, 51-70, 71-100, 101-200 ja >200 cm. Taimistot luokiteltiin syntyävän mukaan (luontainen, kylvö ja istutus) sekä kuntoluokan mukaan (hyväkuntoinen, huonokuntoinen ja tuhoutunut).

Samaa luokitusta käyttäen kustakin taimistosta tutkittiin erikseen otantaan perustuen kaksitoista tainta, joista viiden taimen välittömästä läheisyydestä otettiin maanäytteet lajitekoostumuksen määrittämistä varten. Maan lajitekoostumuksessa oli eroa sekä syntyavaltaan että kunnoltaan erilaisissa taimistoissa. Luontaisissa taimistoissa hienojen, vettä tehokkaasti pidättävien lajitteiden (< 0.06 mm) määrä oli pienempi kuin viljelytaimistoissa. Sen sijaan kylvö- ja istutus-taimistojen välillä ero ei ollut selvä, joskin kylvötaimistoissa hienoja lajitteita oli yleensä jonkin verran enemmän kuin istutus-taimistoissa. Vaikka edellä esitetyt erot eivät olleetkaan tilastollisesti merkitseviä, silloin kuin aineisto jaettiin pituusluokkiin, tulivat erot näkyviin voimakkaana koko aineistossa sekä myös taimikohtaisesti laskettuna. Syynä eroon lienee se, että aiemmin hakattiin

ja uudistettiin yleensä vain puhtaita männiköitä ja vasta parina viime vuosikymmenenä on suuremmassa määrin siirrytty uudistamaan mänty-kuusisekametsiä. Eräänä uudistamismuotona on käytetty myös luontaista uudistamista, jolloin männyt on jätetty siemenpuiksi ja kuuset on hakattu pois. Yleensä puhtaat männiköt sijaitsevat karkearakeisemmilla kasvupaikoilla kuin sekametsät tai puhtaat kuusikot.

Edellä kerrottu ilmiö näkyy myös eri pituisissa viljelytaimistoissa. Alle 70 cm:n pituiset taimistot sijaitsevat maalla, jossa on enemmän hienoja lajitteita kuin yli 70 cm:n pituisten taimistojen kasvupaikoilla on.

Jo vakiintuneiksi luultujen männyn taimistojen tuhoutumista on tapahtunut Pohjois-Suomessa siinä vaiheessa, kun taimisto on saavuttanut pituudessaan lumirajan eli noin 1 m:n koon. Tämä tutkimus osoittaa, että kunnoltaan erilaisten taimistojen maan lajitekoostumus poikkeaa merkitsevästi vasta, kun taimisto on saavuttanut yli 70 cm:n koon. Alle 70 cm:n korkeisissa, kunnoltaan erilaisissa taimistoissa sen sijaan erot eivät olleet merkitseviä, vaikka myös niissä hienoja lajitteita oli enemmän tuhoutuneissa kuin parempikuntoisissa taimistoissa.

Ryhmiteltäessä yli 70 cm:n pituiset taimistot syntyvaltaan ja kuntoluokaltaan voitiin todeta, että hyväkuntoiset istutustaimistot sijaitsivat maalla, jossa hienojen lajitteiden määrä oli samansuuruinen kuin luontaisesti syntyneissä taimistoissa. Hyväkuntoiset kylvötaimistot taas sijaitsivat selvästi hienojakoisemmilla mailla. Kuitenkin myös kylvö- samoin kuin istutustaimistoissa tuhoutuneiksi luokitellut taimistot sijaitsivat merkittävästi enemmän hienoja lajitteita sisältävällä maalla kuin parempikuntoiset taimistot. Rakekoraja, jota hienompien lajitteiden runsaus merkitsi voimakkainta riippuvuutta taimiston kunnan kanssa, näytti olevan ensisijaisesti karkean ja hienon hiedan raja ja toissijaisesti hiedan ja hiesun raja. Tuhoutuneita luontaisesti syntyneitä taimistoja ei etsiskelyistä huolimatta löydetty. On ilmeistä, että männyn viljelyä on Pohjois-Suomessa tehty sellaisille, runsaasti hienoja lajitteita sisältäville kasvupaikoille, joilla se luontaisena ei esiinny. Tämä on luonnollinen seuraus siitä, että puuntuotannollisesti yli-ikäiset, heikkokasvuiset kuusikot on pyritty uudistamaan männylle. Kuitenkin maan hienojen, vettä tehokkaasti pidättävien lajitteiden runsaus tyyppillisillä kuusimailla merkitsee sitä, että mänty ei ainakaan ilman tehokkaita maankäsittelytoimenpiteitä pysty niillä kasvupaikoilla

tulemaan toimeen. Männyllä ei ole kuusen kaltaista kykyä muodostaa alkuperäisen juuriston yläpuolelle jälkijuurista uutta juuristoa. Kuusi pystyy jälkijuuriensa avulla tulemaan toimeen paksukunttaisessa ja heikon ilmanvaihdon omaavassa maassa, joiden kivennäismaa tyypillisesti sisältää runsaasti hienoja lajitteita.

Tulosten perusteella näyttää siltä, että hyvät edellytykset maan lajitekoostumuksen puolesta hyväkuntoisten männyn taimistojen aikaan saamiselle laikkuihin Pohjois-Suomessa on olemassa kasvupaikoilla, joissa hiesun ja sitä hienompien lajitteiden (≤ 0.02 mm) osuus on alle 12 % ja/tai hienon hiedan ja sitä hienompien lajitteiden (≤ 0.06 mm) osuus on alle 25 %. Istutusta käytettäessä raja-arvot lienevät vielä jonkin verran pienemmät. Oikealla tavalla kivennäismaata käsittelemällä ja liian veden poisjohtamisella uudistusosalta voidaan männyn viljelyä ilmeisesti menestyksellisesti tehdä myös edellä mainittuja raja-arvoja runsaammin hienoja lajitteita sisältäville kasvupaikoille.

5. KIRJALLISUUTTA

- AALTONEN, V.T. 1933. Über die postglazialen, natürlichen Veränderungen des Waldbodens in Finnland. Selostus: Suomen maaperän luontaisista muutoksista jääkauden jälkeen. Comm. Inst. For. Fenn. 18.4.
- "- 1948. Studien über die Bodenbildung in den Hainwäldern Finnlands mit einigen Beobachtungen über ausländische Braunerden. Selostus: Tutkimuksia maannostumisesta lehtomet-sissämmä sekä muutamia havaintoja ulkolaisista ruskomaista. Comm. Inst. For. Fenn. 35.1.
- ARMSON, K.A. 1958. The effect of two planting methods on the survival and growth of white spruce (*Picea glauca*) in eastern Ontario, For. Chron. 34:376.
- BEZDENEŽNYH, E.M. 1970. Agrofizitšeskija svoistva potšvy v plužnyh plastah i ih znatšeniija dlja posevov i posadok lesa. Lesnoi Žurnal 5.
- COILE, T.S. 1952. Soil and growth of forests. In A.G. Norman, ed. Advances in Agronomy. Academic Press, Inc., New York. 4:329-398.
- EICHE, W. 1966. Cold damage and plant mortality in experimental provenance plantations with Scots pine in northern Sweden. Studia For. Suecica 36.
- EICHRODT, R. 1969. Über die Bedeutung von Naderholz für die natürliche Verjüngung im subalpinen Fichtenwald. Zürich.
- ELONEN, P. 1971. Particle-size analysis of soil. Acta Agr. Fenn. 122.
- ETHOLÉN, K. 1972. Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä. Summary: The success of artificial regeneration of Scots pine in northern Finland and origin of seed. Folia For. 160.
- HAIG, I.T. 1929. Colloidal content and related soil factors as indicators of site quality. Yale Univ. School of. For. Publ. 24.
- HOLSTENER-JØRGENSEN, H. 1961. Undersøgelse of træarts- og aldersindflydelsen på grundvandstanden i skovtræbevoksninger på Bregentved. Summary: An investigation of the influences of various treespecies and the ages of the stands on the level of the groundwater-table in forest tree stands at Bregentved. Forstl. Forsøgsv. Danm. 27:233-480.

- HOLSTENER-JØRGENSEN, H. 1967. Texture as a site factor on Danish moraine clay. IUFRO XIV kongress. München. II Section 21: 219-229.
- KOPOSOV, G.F. 1970. Fisicheskie svoistva i nekotorye osobennosti rezhima aeratšii podsolistogleyevyh pochv, forminuguchtchihsya na lentochnyh glinah. Lesnoi Žurnal 4:
- KOSTSEJEV, A.L. & LAVROV, J.A. 1953. Gpyt vosstanovlenija lesa na zabolotžennyh lesekah.
- KULIKOV, E.M. 1965. Lesnyje kultury na ploštšadkah, podgotovlennyh mehanizipovannym sposobom. Lesnoje Hozjaistvo 9:
- KURAJEV, V.N. & SESTAKOVA, V.A. 1970. Izmenenie svoistv potšv pri razlitsnyh posobah podgotovki ih k lesnym kulturam. Lesovedenije 1:75-81.
- LÄHDE, E. 1973. Metsämaan ominaisuudet ja männyntaimistojen kunto Pohjois-Suomessa. Summary: The qualities of forest soil and the condition of pine plantations in northern Finland. Lapin Tutkimusseura. Vuosikirja XIV:5-10.
- LÄHDE, E. & SILTANEN, S. 1973. Männyn taimien kunto ja juuriston rakenne Pohjois-Suomessa. Summary: The structure of the root system and the condition of the pine (*Pinus silvestris* L.) seedlings in northern Finland. Comm. Inst. For. Fenn. 78.7.
- LYFORD, W.H. & MAC LEAN, D.W. 1966. Mound and pit microrelief in relation to soil disturbance and tree distribution in New Brunswick. Canada. Harward For. Paper 15.
- MAC ARTHUR, J.D. 1964. Planting methods to overcome strong competition from dense herbaceous vegetation. Tree Plant Notes 66:25.
- MAC LEOD, J.W. 1964. Planting White spruce on wet brushy land. Department of Forestry Canada. Publication 1067.
- MADER, D.L. & OWEN, D.F. 1961. Relationships between soil properties and soil pine growth in Massachusetts. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 25. N:o 1:62-65.
- PJATETSKI, G.E. 1959. Vodnoi rezim i fizitšeskije svoistva potšv ha splošnyh konsentrirovannyh vyrubkah južnoi Karelii. Trudy Karelskogo filiala akademii nauk. SSSR. Vyp. XVI:136-152.
- "- 1961. Vodnyi režim potšv splošnyh kontsentrirovannyh vyrubok v južnoi tšasti Karelii i metody jeho regulirovanija. Trudy Karelskogo filiala AN SSSR, vyp. 25. Petrozavodsk.
- PREOBRAŽENSKI, A.V. 1955. K voprosu razrabotki metodov iskusstvennogo vozobnovlenija hvoinyh lesov na zabolotšennyh ploštšadjah Leningradskoi oblasti. Tr. In-ta lesa AN SSSR. t. 31.

- PROVOROVA, E.A. 1964. Lesnyje kultury na izbytotšno uvlažennyh potšvah. Lesnoje Hozjaistvo 8.
- SEROV, I.I. 1952. Sposoby proizvodstva lesokultur na ploštšadjuh s izbytotsnym vlaženiem. Lesnoje Hozjaistvo 7.
- STRATONOVITŠ, A.I. 1958. Proizvodstvo lesnyh kultur na splošnyh vyrubkah taježnoi zony s ispolzovaniem razlitšnyh sredstv mehanizatsii. Leningrad.
- "- 1966. Lesnyja Kultury taježnoi zony. Moskva.
- SUVOROV, V.L. 1969. Vlijanije sposoba tsastitsvoj obrabotki potsvi na rost i obmjen vjeststestv v sosni i jeli v kuljturah na virubkah Petrozavodsk.
- VARFOLOMEJEV, L.A., PIGAJEV, F.T. & SENTŠUKOV, B.A. 1969. Izmjenjenje tjempjeraturogo rjezima potsv zabolotsjennih virubok pod vzdjejsvijem obrabotki in pod dnesnije kuljturi. Petrozavodsk.
- VERETENNIKOV, A.V. 1964. Vlijanije izbytotšnogo uvlaženije potšvy na transpiratsionnuju sposobnost drevesnyh rastenii. Fiziologija rastenii, tom 11, vyp. 2.
- WILDE, S.A. 1958. Forest soils. Their properties and relation to silviculture. New York.
- WILDE, S.A. & VOIGT, G.K. 1959. The effect of different methods of tree planting on survival and rate of growth of White pine on syrerior cly soils. For. Abstr. 20:/4511/.

Taulukko 1. Koetaimistojen lukumäärä taimiston pituuden, syntyvän ja kunnan mukaan ryhmiteltynä.

Taimiston pituus, cm	Syntytapa				Kuntoluokka			
	Luont.	Kylvö	Istutus	Yhteensä	Tuhoutun.	Huonok.	Hvväk.	Yhteensä
< 50	5	7	7	19	1	4	14	19
50- 70	5	8	11	24	8	12	4	24
70-100	4	6	7	17	5	8	4	17
100-200	5	5	8	18	5	7	6	18
>200	6	5	6	17	1	6	10	17
Yhteensä	25	31	39	95	20	37	38	95

Taulukko 2. Maan hienojen lajitteiden osuus (paino-%) lajitekoostumuksesta 0-10 cm:n kerroksessa syntyvän ja kuntoluokan mukaan ryhmitellyissä eripituisissa taimistoissa.

Taimiston pituus, cm	Syntytyapa				\bar{x}	Kuntoluokka			
	Luont.	Kylvö	Istutus	F		Tuhoutun.	Huonok.	Hyväk.	F
< 50	43.8± 5.1	67.0± 9.3	71.1± 6.9	2.85	62.4±2.2	93.0	67.1±11.8	58.9± 5.6	1.57
50- 70	61.4±11.4	61.0± 3.3	58.2± 4.6	0.18	59.8±3.2	60.0±3.2	63.2± 5.1	49.2± 8.9	1.22
70-100	44.7± 9.1	59.0± 4.3	48.3± 5.6	1.44	51.2±3.6	59.0±6.1	53.3± 3.5	37.4± 8.6	3.38
100-200	39.7± 9.3	64.9± 5.5	56.4± 7.8	2.14	54.1±4.9	74.2±5.9	50.3± 6.7	41.9± 7.8	5.31 ^x
> 200	49.1± 9.9	76.9± 6.6	56.9±14.6	1.18	60.0±6.8	96.6±	79.6± 7.3	44.7± 7.3	6.75 ^x
\bar{x}	47.9± 4.1	65.2± 2.8	58.2± 3.4	4.37 ^{xx}	57.8±2.1	66.8±3.5	61.7± 3.1	49.2± 3.4	6.44 ^{xxx}
Hieno hieta ja hienommat (≤ 0.06 mm)									
< 50	14.0± 2.7	29.4± 5.6	31.1± 6.1	2.85	26.0±1.5	62.2	21.5± 3.0	24.7± 3.7	3.35
50- 70	23.4± 4.0	31.1± 2.4	29.8± 4.6	0.77	28.9±2.4	31.4±3.3	30.2± 3.8	20.0± 4.7	1.66
70-100	14.5± 4.0	24.8± 3.9	23.5± 4.9	1.45	21.8±2.7	29.9±5.5	20.6± 2.7	14.1± 5.2	3.42
100-200	11.8± 3.2	37.3± 5.6	27.0± 6.2	4.84 ^{xx}	25.6±3.9	47.4±4.8	19.9± 2.9	14.2± 3.9	17.25 ^{xxx}
> 200	17.2± 3.0	33.1±14.8	29.7± 9.8	0.77	26.3±5.5	92.2±	32.8± 8.6	15.8± 2.1	16.02 ^{xxx}
\bar{x}	16.3± 1.6	30.8± 2.9	28.3± 2.6	8.69 ^{xxx}	26.0±1.6	39.6±4.1	25.7± 2.1	19.1± 1.8	15.63 ^{xxx}
Hiesu ja hienommat (≤ 0.02 mm)									
< 50	6.0± 1.1	10.9± 2.0	14.2± 3.2	2.72	10.9±0.7	22.8	9.4± 1.6	10.4± 1.9	1.59
50- 70	9.9± 2.2	14.1± 1.4	13.8± 2.4	1.02	13.1±1.3	13.6±1.3	14.2± 2.3	8.8± 1.9	1.35
70-100	7.2± 1.4	11.6± 1.8	9.4± 1.5	1.52	9.7±1.0	12.5±1.7	8.9± 1.1	7.5± 2.4	2.59
100-200	5.6± 1.5	17.2± 3.1	12.4± 3.0	4.33 ^x	11.8±1.9	22.7±2.3	8.8± 1.3	6.3± 1.3	20.57 ^{xxx}
> 200	7.1± 1.2	20.6±12.5	13.9± 5.7	0.85	13.5±4.1	70.4	14.9± 5.5	6.9± 0.8	20.68 ^{xxx}
\bar{x}	7.2± 0.7	14.4± 2.1	12.8± 1.4	7.13 ^{xxx}	11.9±0.9	18.9±3.0	11.6± 1.2	8.4± 0.8	13.26 ^{xxx}

Taulukko 3. Maan hienojen lajitteiden osuus (paino-%) lajittekoostumuksesta 10-20 cm:n kerroksessa pituudeltaan erikokoisissa taimistoissa syntyvän ja kuntoluokan mukaan ryhmiteltynä.

Taimiston pituus, cm	Syntytapa				\bar{x}	Kuntoluokka			
	Luont.	Kylvö	Istutus	F		Tuhoutun.	Huonok.	Hyväk.	F
< 50	41.9± 6.1	65.4± 8.7	67.9± 8.2	2.55	61.1± 2.5	93.8	66.7±12.2	55.9± 5.6	2.10
50- 70	57.4±12.0	55.9±14.4	56.4± 4.4	0.09	56.4± 3.3	55.8± 3.3	59.5± 5.6	48.6± 8.4	0.73
70-100	38.0±12.3	54.3± 5.5	41.7± 5.5	1.42	45.3± 4.2	54.5± 6.7	47.2± 5.0	29.8± 9.3	3.19
100-200	37.4±10.4	62.8± 5.0	56.2± 8.0	2.19	52.8± 5.1	71.6± 5.5	50.8± 7.4	39.5± 8.7	4.27 ^x
>200	41.1± 9.4	73.8± 6.2	50.3±15.3	1.78	53.9± 7.0	95.8	75.0± 6.6	37.1± 7.4	8.24 ^{xx}
\bar{x}	43.3± 4.4	61.7± 2.9	54.8± 3.6	4.90 ^{xxx}	54.0± 2.2	63.3± 3.7	58.5± 3.3	44.8± 3.6	7.00 ^{xxx}
Hieno hieta ja hienommat (≤ 0.06 mm)									
< 50	13.1± 2.9	28.1± 5.0	29.4± 6.4	2.66	21.2± 1.5	61.0	21.0± 4.8	23.0± 3.4	3.45
50- 70	21.5± 4.1	28.2± 2.8	30.0± 4.3	0.98	27.6± 2.4	29.5± 3.1	29.1± 4.0	19.5± 3.9	1.35
70-100	11.2± 4.6	23.9± 3.8	19.6± 3.6	2.64	19.2± 2.5	26.9± 4.3	18.3± 2.6	11.2± 5.2	4.05 ^x
100-200	10.6± 3.4	37.4± 6.0	29.7± 6.7	5.13 ^{xxx}	26.5± 4.2	48.0± 5.4	22.3± 4.5	13.5± 4.2	11.95 ^{xxx}
>200	15.4± 2.9	33.2±14.5	28.5±10.3	0.88	25.2± 5.6	90.8	32.4± 8.7	14.4± 2.5	14.01 ^{xxx}
\bar{x}	14.5± 1.6	29.6± 2.8	27.7± 2.7	9.88 ^{xxx}	24.9± 1.6	38.1± 4.1	25.1± 2.3	17.6± 1.8	14.98 ^{xxx}
Hiesu ja hienommat (≤ 0.02 mm)									
< 50	5.5± 1.0	10.4± 1.9	13.4± 3.0	2.80	10.2± 0.6	22.4	9.5± 2.1	9.6± 1.7	1.80
50- 70	9.7± 2.4	12.7± 1.9	14.1± 2.3	0.91	12.7± 1.3	13.0± 1.3	13.7± 2.4	9.3± 2.0	0.75
70-100	5.3± 1.8	11.6± 1.9	8.3± 3.6	3.23	8.8± 1.1	11.8± 2.1	8.0± 1.1	6.4± 2.7	2.21
100-200	5.2± 1.4	17.9± 3.5	13.9± 3.3	4.51 ^x	12.6± 2.1	23.6± 2.9	10.2± 2.1	6.2± 1.7	13.89 ^{xxx}
>200	6.2± 0.9	20.2±12.1	13.7± 6.6	0.95	13.0± 4.2	68.4	15.3± 6.1	6.0± 0.9	17.55 ^{xxx}
\bar{x}	6.4± 0.7	14.0± 2.1	12.8± 1.5	7.99 ^{xxx}	11.5± 1.0	18.6± 3.0	11.6± 1.4	7.7± 0.8	13.25 ^{xxx}

Taulukko 4. Maan hienojen lajitteiden osuus (paino-%) lajitekoostumuksesta 0-10 cm:n kerroksessa yli 70 cm:n pituisissa syntyavaltaan ja kuntoluokaltaan erilaisissa taimistoissa.

Raekoko, mm	Luontainen			
	Tuhoutun.	Huonok.	Hyväk.	F
< 0.2		49.4	42.6	0.24
< 0.06		17.7	14.8	0.33
< 0.02		8.1	6.7	0.54
	Kylvö			
< 0.2	73.0	64.7	60.3	0.90
< 0.06	49.4	22.6	25.1	4.41 ^x
< 0.02	29.0	10.1	10.9	3.17 ^o
	Istutus			
< 0.02	66.3	59.1	28.5	5.62 ^x
< 0.06	38.6	27.0	11.4	4.41 ^x
< 0.02	16.9	11.7	6.0	2.26 ^o

Taulukko 5. Maan hienojen lajitteiden osuus (paino-%) lajitekoostumuksesta 0-10 cm:n kerroksessa syntyvän ja kuntoluokan mukaan ryhmiteltyjen alle 70 cm:n pituisten taimien kasvupaikoilla.

Raekoko mm	Syntytapa				\bar{x}	Kuntoluokka			F
	Luont.	Kylvö	Istutus	F		Tuhoutun.	Huonok.	Hyväk.	
≤ 0.2	53.5±2.7	65.7±2.7	59.2±2.4	5.88 ^{xx}	59.4±1.6	63.7±5.3	57.6±3.4	59.6±1.9	0.36
≤ 0.06	23.5±1.7	28.6±1.9	29.9±2.1	4.02 ^x	27.0±1.1	31.6±4.4	24.1±2.0	27.6±1.3	1.62
≤ 0.02	10.4±0.8	11.6±0.8	14.4±1.2	5.23 ^{xx}	11.9±0.5	14.6±2.1	10.4±0.9	12.1±0.7	2.11 ^o
2.0-0.2	35.9±2.5	27.7±2.5	31.3±2.0		31.7±1.4	31.8±4.9	31.4±2.7	31.9±1.7	
0.2-0.02	43.0±2.2	54.4±2.5	44.8±1.9		47.6±1.4	49.1±4.6	47.2±3.0	47.5±1.6	
0.2-0.06	30.1±1.8	37.4±2.3	29.3±1.4		32.5±1.4	32.1±4.1	33.5±2.5	32.2±1.4	
0.06-0.02	13.1±1.0	17.0±1.2	15.3±1.2		15.1±1.2	17.0±2.5	13.7±1.2	15.4±0.8	

Taulukko 6. Maan hienojen lajitteiden osuus (paino-%) lajitekoostumuksesta 0-10 cm:n kerroksessa syntytavan ja kuntoluokan mukaan ryhmiteltyjen yli 70 cm:n pituisten taimien kasvupaikoilla.

Raekoko, mm	Syntytapa				\bar{X}	Kuntoluokka			
	Luont.	Kylvö	Istutus	F		Tuhoutun.	Huonok.	Hyväk.	F
≤ 0.2	49.9±2.4	62.2±2.4	55.8±2.6	5.39 ^{xxx}	55.9±1.5	65.1±2.5	55.8±2.6	52.8±2.1	3.58 ^x
≤ 0.06	17.9±1.1	27.1±2.2	29.1±1.8	11.03 ^{xxxx}	24.6±1.1	35.1±2.6	24.2±2.0	21.2±1.3	11.86 ^{xxxx}
≤ 0.02	8.2±0.6	13.6±1.7	13.4±1.1	7.60 ^{xxxx}	11.7±0.7	17.2±1.7	11.4±1.4	10.0±0.8	9.72 ^{xxxx}
2.0-0.2	45.2±2.5	32.4±2.2	30.7±2.1		36.2±1.4	26.2±2.0	36.2±2.5	39.6±2.0	
0.2-0.02	41.7±2.2	48.8±2.1	42.5±2.0		44.3±1.2	47.9±1.8	44.3±2.2	42.9±1.9	
0.2-0.06	32.0±1.9	35.2±2.1	26.8±1.3		31.3±1.1	30.0±1.6	31.5±2.0	31.6±1.6	
0.06-0.02	9.7±0.6	13.5±0.8	15.7±1.0		12.9±0.5	17.9±1.1	12.8±0.9	11.3±0.7	



